

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
6 mai 2004 (06.05.2004)

PCT

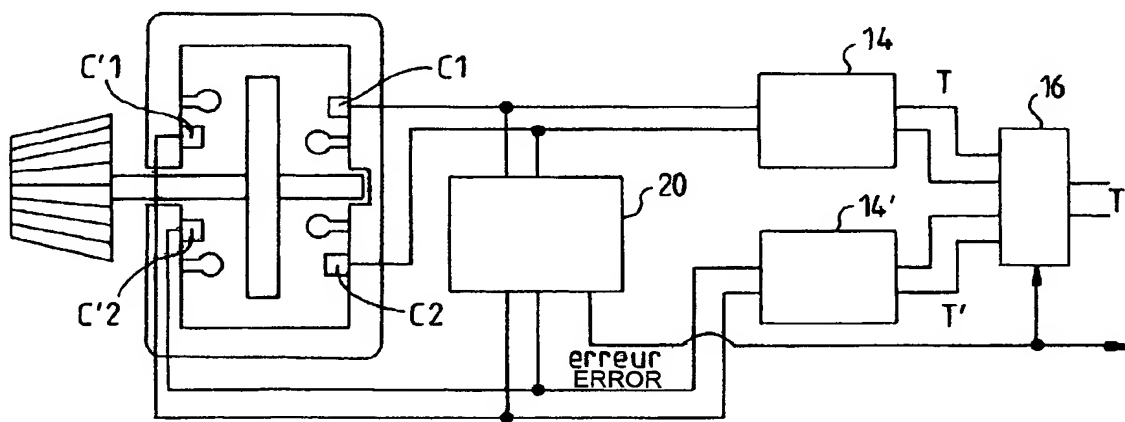
(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/038925 A1

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :  
H03M 11/26, G01D 5/347, H03M 1/30, G01D 5/245, 5/244
- (72) Inventeur; et  
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : BERTHOU, Nicolas [FR/FR]; THALES Intellectual Property, 31-33, Avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2003/050741
- (74) Mandataire : GUERIN, Michel; THALES Intellectual Property, 31-33 Avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil (FR).
- (22) Date de dépôt international :  
21 octobre 2003 (21.10.2003)
- (81) États désignés (national) : CA, US.
- (25) Langue de dépôt : français
- (84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
02/13406 25 octobre 2002 (25.10.2002) FR
- Publiée :  
— avec rapport de recherche internationale  
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont requises
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
THALES [FR/FR]; 45, rue de Villiers, F-92526 Neuilly sur Seine (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OPTICAL ANGULAR ENCODER

(54) Titre : CODEUR ANGULAIRE OPTIQUE



(57) Abstract: The invention concerns a method for controlling the reliability of data supplied by a dual optical angular encoder comprising two pairs of cells (C1, C2, C'1, C'2) for detecting marks borne by a disc (12), which consists in: comparing at a given time the sequences of at least four successive states taken from the two groups of cells prior to said time and validating the incrementation or decrementation indications given by the two groups if the sequence for one group is either identical or phase-shifted by at least one state, ahead or behind, relative to the sequence of the other group.

(57) Abrégé : Pour contrôler la fiabilité des informations fournies par un codeur angulaire optique double, comportant deux paires de cellules (C1, C2, C'1, C'2) de détection de marques portées par un disque (12), on compare à un instant donné les séquences d'au moins quatre états successifs pris par les deux groupes de cellules avant cet instant et on valide les indications d'incrément ou de décrément données par les deux groupes si la séquence pour un groupe est soit identique soit déphasée d'au plus un état, en avance ou en retard, par rapport à la séquence de l'autre groupe.



---

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

## CODEUR ANGULAIRE OPTIQUE

L'invention concerne les codeurs angulaires optiques fournissant des signaux logiques binaires représentant les incréments de rotation du codeur. Ces codeurs optiques sont utilisés à la manière de potentiomètres, par exemple pour la commande manuelle d'appareils électroniques sensibles à un paramètre d'entrée pouvant varier en continu ou presque en continu, mais ils sont beaucoup plus fiables que les potentiomètres. Typiquement, dans une application pour des équipements aéronautiques, on peut utiliser un codeur angulaire optique pour indiquer à un calculateur de pilotage automatique une consigne d'altitude ou de vitesse que le pilote choisit en actionnant un bouton de commande qui fait tourner le codeur. La fiabilité du codeur et des informations qu'il délivre est alors un élément essentiel du codeur.

On souhaite réaliser des codeurs précis, et fiables et dont le fonctionnement est sécurisé pour permettre que leur fonction de base soit assurée même en cas de panne de certains éléments qui les composent.

Un codeur angulaire optique est typiquement constitué par un disque portant des marques régulières, ce disque étant actionné en rotation par un bouton de commande (par exemple manuel). Une cellule photoélectrique fixée devant le disque détecte le défilement des marques successives lorsque le bouton de commande fait tourner le disque. Les marques sont typiquement des ouvertures dans un disque opaque, une diode lumineuse étant placée d'un côté du disque et la cellule photoélectrique étant placée de l'autre côté.

Chaque passage de marque constitue un incrément d'une unité dans le comptage de la rotation du disque. La résolution angulaire est déterminée par le pas angulaire des marques régulièrement disposées sur un tour de disque. Pour détecter à la fois des incréments et des décréments d'angle de rotation lorsqu'on inverse le sens de rotation, on prévoit deux cellules photoélectriques décalées physiquement d'un nombre impair de quart de pas entre elles. Ainsi, les états logiques éclairée/non-éclairée des deux cellules sont codés sur deux bits qui prennent successivement les quatre valeurs successives suivantes 00, 01, 11, 10 lorsque le disque tourne dans un sens et les quatre valeurs successives suivantes 00, 10, 11, 01

lorsque le disque tourne dans l'autre, de sorte qu'il est facile de déterminer, non seulement l'apparition d'un incrément de rotation (changement d'état de l'un des bits) mais le sens de l'incrément (par comparaison entre un état des cellules et l'état immédiatement antérieur).

5           Pour augmenter la fiabilité des systèmes utilisant de tels codeurs, en particulier pour des applications aéronautiques, on a proposé de doubler le codeur ou au moins de doubler les cellules photoélectriques à l'intérieur du codeur. Ceci permet en partie de détecter des pannes telles que le non-fonctionnement d'une diode lumineuse ou d'une diode de  
10   détection car on compare les états fournis par les deux cellules et on ne valide l'information d'incrément ou de décrément que si elle est fournie de manière identique par les deux codeurs ou les deux groupes de cellules photoélectriques du codeur. Si les informations ne sont pas identiques on conclut qu'une cellule au moins (diode lumineuse ou diode  
15   de détection) est en panne et on invalide le comptage en donnant un signal d'indication d'erreur ou de panne.

          Mais cette comparaison des signaux des deux groupes de cellules s'avère difficile car le positionnement du premier groupe de cellules doit être rigoureusement identique au positionnement du deuxième groupe : alors que  
20   le décalage d'un nombre impair de quart de pas des marques entre les deux cellules d'un même groupe peut être légèrement imprécis, il faut que le décalage entre les deux groupes de cellules soit très précisément un multiple du pas d'espacement des marques.

          S'il n'en est pas ainsi, on aboutit à une situation dans laquelle les  
25   incrémentations ou décrémentations déterminées par les cellules ne se produisent pas rigoureusement au même moment. Certes les incréments et décréments seront détectés par les deux groupes de cellules, mais avec peut-être un très léger décalage dans le temps. Par conséquent, il devient possible que le calculateur, chargé de scruter les compteurs associés aux  
30   deux groupes de cellules pour contrôler la conformité des indications données par ces compteurs, trouve à un moment donné que les indications ne sont pas identiques alors que, s'il avait scruté un très court instant après, il aurait trouvé des indications identiques.

          Pour résoudre ce problème on peut prévoir un délai de validation  
35   de la comparaison, c'est-à-dire que le calculateur ne fournit une indication

d'erreur que si cette erreur persiste un certain temps. Mais le temps qu'il faut attendre est mal déterminé car il dépend de la vitesse de rotation du bouton. Pour une commande manuelle, le temps qu'il faut attendre serait plus long si l'utilisateur tourne le bouton plus lentement. On est conduit à différer  
5 l'indication de panne par exemple de deux secondes, ce qui n'est pas toujours acceptable. De plus cette méthode consiste à voir des pannes puisque le calculateur les détecte comme des pannes potentielles mais à les considérer comme des fausses pannes pendant un certain temps même si ce sont des vraies pannes. Cette solution n'est pas satisfaisante.

10 L'invention propose un moyen différent pour contrôler la fiabilité des informations fournies par le codeur angulaire optique double. Ce moyen consiste essentiellement à comparer non pas les états des cellules des deux groupes de cellules à un instant donné mais les séquences d'au moins quatre états successifs pris par les deux groupes de cellules avant cet instant  
15 et à valider les indications données par les deux groupes si la séquence pour un groupe est soit identique soit déphasée d'au plus un état, en avance ou en retard, par rapport à la séquence de l'autre groupe.

Le codeur permettant de mettre en œuvre cette technique est un codeur angulaire optique incrémental double, comprenant au moins un  
20 disque portant des marques et deux paires de cellules de détection des marques, chaque paire de cellules fournissant un état logique constitué par une paire de niveaux logiques permettant la détermination d'un incrément de rotation +1 ou -1 lorsque le disque tourne, ce codeur étant caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour comparer (en principe périodiquement, par  
25 scrutation) une séquence de quatre états successifs S0, S1, S2, S3 pris par la première paire de cellules, à une séquence de quatre états successifs S'0, S'1, S'2, S'3 pris par la deuxième paire de cellules, les derniers états S3 et S'3 de ces séquences étant les états pris à l'instant où la comparaison est faite, et des moyens pour fournir une indication de comptage erroné si la  
30 séquence S'0, S'1, S'2, S'3 n'est pas égale à S0, S1, S2, S3 ou Sx, S0, S1, S2, ou S1, S2, S3, Sy, dans lesquels Sx représente un état antérieur de la première paire (état immédiatement antérieur à la séquence S0, S1, S2, S3) et Sy est un état possible de la première paire tel que l'incrément de passage de S3 à Sy ne soit pas supérieur à 1 en valeur absolue.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit et qui est faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement le principe d'un codeur angulaire optique simple de l'art antérieur ;
- la figure 2 représente les états logiques successifs possibles des cellules d'une paire lorsque le disque tourne ;
- la figure 3 représente le principe d'un codeur double avec contrôle d'une voie par l'autre ;
- la figure 4 représente un diagramme des évolutions des états des deux paires de cellules du codeur de la figure 3, dans le cas d'une rotation régulière ;
- la figure 5 et la figure 6 représentent des diagrammes temporels d'évolution d'états des paires de cellules ;
- la figure 7 représente l'architecture d'un codeur angulaire optique selon l'invention.

Sur la figure 1 est représenté schématiquement le principe d'un codeur angulaire optique simple. Le codeur comprend un bouton de commande 10 pouvant être tourné manuellement et qui entraîne un disque plan 12 portant des marques régulièrement espacées avec un pas angulaire  $P$  ; ces marques sont de préférence des ouvertures dans le disque, celui-ci étant opaque. La largeur des ouvertures est de préférence égale à l'espacement entre les ouvertures, donc  $P/2$ , dans le cas le plus intéressant où le codeur permet de coder en incrémentation et en décrémentation.

Une paire de cellules de détection optique C1, C2 est utilisée pour détecter le passage des marques au cours de la rotation du disque. Ces cellules C1, C2 sont espacées l'une de l'autre d'un nombre impair de demi-espacement entre marques, c'est-à-dire d'un multiple impair  $(2k+1)P/4$  du quart du pas angulaire  $P$ ,  $k$  étant un entier quelconque. Lorsque les marques sont des ouvertures dans le disque, on prévoit de préférence qu'une diode électroluminescente est placée en regard de chaque cellule, de l'autre côté du disque par rapport à la cellule, de sorte que le passage d'une ouverture devant la cellule éclaire fortement la cellule. La cellule fournit après amplification et écrêtage des signaux rectangulaire visibles sur la figure 2. La

cellule C1 de la paire de cellules fournit des créneaux périodiques lors de la rotation régulière du disque. Ces créneaux ont une période T si le disque tourne à vitesse constante. La cellule C2 de la paire fournit des créneaux identiques mais déphasés de  $\pi/2$  ou  $3\pi/2$  en raison de son décalage physique  $(2k+1)P/4$  par rapport à la cellule C1.

Il y a quatre états logiques possibles pour une paire de cellules, qui sont successivement, si le disque tourne dans le sens qui correspond aux créneaux de la figure 2,

Etat A : cellule C1 à 0, cellule C2 à 0 :	00
Etat B : cellule C1 à 1, cellule C2 à 0 :	10
Etat C : cellule C1 à 1, cellule C2 à 1 :	11
Etat D : cellule C1 à 0, cellule C2 à 1 :	01

Il n'y a pas d'autre état possible. On repasse à l'état A après l'état D. Ces états ne sont pas intéressants en eux-mêmes ; ce qui est intéressant c'est la transition d'un état à un autre : les transitions de 00 à 10, de 10 à 11, de 11 à 01 et de 01 à 00 correspondent toutes à un incrément de +1, la transition de 00 à 01, de 01 à 11, de 11 à 10 et de 10 à 00 correspondent toutes à un incrément de -1, c'est-à-dire à une rotation unitaire en sens inverse.

Un décodeur simple analyse ces transitions pour fournir un signal logique T ayant, en présence d'une rotation effective, deux valeurs logiques possibles correspondant l'une à un incrément de +1 l'autre à un incrément de -1. Le signal T peut comprendre deux bits, l'un indiquant qu'il y a rotation et l'autre indiquant le sens de rotation, incrémentation ou décrémentation. Ce signal T est appliqué à un compteur qui compte ou décompte en présence d'une rotation.

Le bouton de commande est pourvu de crans d'indexation pour éviter qu'il ne s'arrête dans une position où une cellule de détection n'est ni tout à fait devant une marque ni tout à fait entre deux marques.

Si on veut améliorer la fiabilité avec un codeur double, comprenant en principe un seul disque mais deux paires de cellules de détection indépendantes au lieu d'une, le codeur fournit alors un signal T et un signal T' représentant les incréments ou décréments successifs détectés à partir de chacune des paires de cellules. La deuxième paire de cellules

C'1, C'2 est physiquement décalée par rapport à la première (C1, C2) d'un nombre entier de pas des marques du disque et par conséquent elle fournit au même moment exactement les mêmes transitions d'état.

La figure 3 représente l'architecture de codeur qui en résulte : les  
5 signaux issus des paires de cellules sont traités séparément et aboutissent au calcul séparé des incréments T et T'. Ces incréments sont comparés dans un circuit de vérification 16 avant d'être envoyés au compteur qui détermine la position angulaire du bouton de commande. Si les incréments ne sont pas identiques, c'est qu'une des paires de cellules fonctionne anormalement et  
10 un signal d'erreur est émis.

Cependant, même lorsque les cellules fonctionnent normalement, la deuxième paire de cellules peut ne pas être exactement en phase avec la première par suite d'un léger décalage mécanique, les changements d'état logique des cellules des deux paires ne sont pas exactement synchrones. Il  
15 en résulte que si la vérification de l'identité des incréments est faite pendant l'instant où les paires de cellules ne fournissent pas des indications identiques, le circuit de consolidation risque de détecter une erreur alors qu'il s'agit d'un très léger défaut de positionnement mécanique.

La figure 4 représente l'évolution temporelle des signaux d'état qui  
20 sont dérivés de l'examen des signaux fournis par les paires de cellules C1, C2 et C'1, C'2 lors d'une rotation. Le signal  $S_n$  représente l'état A ou B ou C ou D de la paire de cellules C1, C2 au cours d'une rotation supposée à vitesse uniforme. Les barres verticales représentent les instants précis de changements d'état. Le signal  $S'_n$  représente la même chose pour la paire  
25 de cellules C'1, C'2 au cours de la même rotation. S'il y a un décalage physique non rigoureusement égal à un multiple entier du pas des marques, entre les deux paires de cellules, les instants de changement d'état ne se produisent pas rigoureusement aux mêmes instants pour les deux paires de cellules bien qu'elles retrouvent des états identiques un très court instant  
30 après. Dans le cas représenté, le temps s'écoulant vers la droite, la paire de cellules C'1, C'2 est légèrement déphasée en avance par rapport à l'autre. Si la rotation s'effectuait dans l'autre sens, la paire de cellules C'1, C'2 serait en retard par rapport à la paire C1, C2.



Si le circuit de vérification 16 scrute l'identité des transitions entre T et T' à un instant situé pendant ce court déphasage et non pendant que les états S<sub>n</sub> sont bien établis et identiques, une erreur risque d'être détectée.

Plutôt que d'établir une constante de temps pendant laquelle on  
5 supprime les différences de transition repérées, on propose selon l'invention d'observer les quatre derniers états des deux paires de cellules et procéder à une validation de l'incrémentation ou la décrémentation en fonction d'une comparaison de ces états.

On observe par conséquent la succession des états pris par la  
10 première paire de cellule. Soit S<sub>0</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, et S<sub>3</sub> les quatre derniers états, S<sub>3</sub> étant le dernier, correspondant à l'état pour lequel on veut effectuer une validation par comparaison avec l'autre paire de cellules.

Si les cellules de la deuxième paire sont parfaitement en phase  
mécaniquement avec celles de la première paire, la succession des quatre  
15 derniers états S'<sub>0</sub>, S'<sub>1</sub>, S'<sub>2</sub>, S'<sub>3</sub> pris par la deuxième paire au même instant (S'<sub>3</sub> étant l'état au même instant T) est rigoureusement identique à la succession S<sub>0</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> quel que soit l'instant de la comparaison. C'est la situation idéale.

Si un léger déphasage a lieu, dans une configuration telle que  
20 celle de la figure 4, la situation sera la même pour n'importe quel instant de comparaison sauf dans le cas exceptionnel où cet instant se situe pendant le court déphasage où les états des paires de cellules sont momentanément différents.

Les figures 5 et 6 représentent une succession d'états S<sub>x</sub>, S<sub>0</sub>, S<sub>1</sub>,  
25 S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>y</sub>, pris par les deux paires de cellules, dans deux configurations différentes de déphasage entre cellules et à des instants d'observation t<sub>0</sub> différents dans les deux configurations mais tous deux pris pendant que la paire de cellules C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> est dans l'état S<sub>3</sub>.

La figure 5 représente le cas où la paire de cellules C'<sub>1</sub>, C'<sub>2</sub>  
30 fournissant l'état S' est très légèrement en avance de phase et l'instant d'observation t<sub>0</sub> se situe exceptionnellement tout à fait à la fin de l'état S<sub>3</sub>, à un moment où S' a déjà basculé de sa valeur S<sub>3</sub> vers une nouvelle valeur S<sub>y</sub> alors que S ne l'a pas encore fait du fait du léger déphasage. La valeur S<sub>y</sub> dépend bien entendu du fait que la rotation se poursuit ou s'arrête ou  
35 s'inverse. S<sub>y</sub> ne peut avoir que l'une des trois valeurs suivantes : S<sub>y</sub> = S<sub>3</sub>

(rotation interrompue) ; ou  $S_y$  différent de  $S_3$  d'un incrément  $+1$  ; ou  $S_y$  différent de  $S_3$  d'un incrément  $-1$ .

Dans ce cas, la séquence des quatre derniers états de  $S'$  avant l'instant  $t_0$  est  $S_1, S_3, S_3, S_y$  alors que la séquence des quatre derniers états de  $S$  au même instant est  $S_0, S_1, S_2, S_3$ .

La figure 6 représente le cas inverse où la paire de cellules  $C'1, C'2$  est légèrement en retard par rapport à la paire  $C_1, C_2$ , et l'instant d'observation  $t_0$  se trouve exceptionnellement tout à fait au début de l'état  $S_3$ , alors que  $S'$  n'a pas encore basculé dans cet état  $S_3$  du fait du léger déphasage.

La séquence des quatre derniers états pris par la paire de cellules  $C'1, C'2$  avant l'instant d'observation  $t_0$  est alors  $S_x, S_0, S_1, S_2$  alors que la succession des états  $S$  est  $S_0, S_1, S_2, S_3$ .

Par conséquent, si les deux paires de cellules fonctionnent normalement, la succession des états pris par la deuxième paire pour une succession  $S_0, S_1, S_2, S_3$  prise par la première paire sera :

- en général  $S_0, S_1, S_2, S_3$ , qu'il y ait ou non un léger déphasage entre les paires,

- exceptionnellement  $S_1, S_2, S_3, S_y$  mais dans ce cas  $S_y$  ne peut différer de  $S_3$  que de un incrément positif ou négatif au plus ;

- ou exceptionnellement  $S_x, S_0, S_1, S_2$  où  $S_x$  est l'état précédent  $S_0$  et ne peut également différer de  $S_0$  que de 0 ou  $+1$  ou  $-1$ .

On prévoit donc selon l'invention que le circuit de vérification 16 comporte des moyens pour comparer à un instant  $t_0$  la séquence de quatre états successifs  $S_0, S_1, S_2, S_3$  pris par la première paire de cellules avant cet instant, à la une séquence de quatre états successifs  $S'_0, S'_1, S'_2, S'_3$  pris par la deuxième paire de cellules avant le même instant. Ce circuit fournit une indication de comptage erroné si la séquence  $S'_0, S'_1, S'_2, S'_3$  n'est pas égale à  $S_0, S_1, S_2, S_3$  ou  $S_x, S_0, S_1, S_2$ , ou  $S_1, S_2, S_3, S_y$ , dans lesquels  $S_x$  ne peut pas différer de  $S_0$  de plus d'une unité, et  $S_y$  ne peut pas différer de  $S_3$  de plus d'une unité.

La figure 7 représente le codeur selon l'invention. Un circuit de vérification 20, qui peut être ajouté ou substitué au circuit de vérification 16, reçoit directement les états des paires de cellules. Il mémorise systématiquement au moins les quatre derniers états de chaque paire de

cellules et ne valide une transition T à destination du compteur que si les séquences de quatre états sont conformes à ce qui a été dit ci-dessus ; sinon il envoie un signal d'erreur.

- Pour vérifier si la séquence d'états pris par la deuxième paire est
- 5 Sx, S0, S1, S2 on peut utiliser comme valeur de Sx soit la vraie valeur qui a été prise effectivement par la paire de cellules, mais alors il faut la mémoriser en plus des quatre états pris par la paire de cellules : on mémorise dans ce cas cinq états successifs. Ou alors, on ne mémorise pas le cinquième état
- 10 unité.

## REVENDICATIONS

1. Codeur angulaire optique incrémental double, comprenant au moins un disque portant des marques et deux paires de cellules C1, C2 ; C'1, C'2) de détection des marques, chaque paire de cellules fournissant un état logique constitué par une paire de niveaux logiques permettant la  
5 détermination d'un incrément de rotation +1 ou -1 lorsque le disque tourne, ce codeur étant caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour comparer à un instant donné une séquence de quatre états successifs S0, S1, S2, S3 pris par la première paire de cellules, à une séquence de quatre états  
10 successifs S'0, S'1, S'2, S'3 pris par la deuxième paire de cellules, les derniers états S3 et S'3 de ces séquences étant les états pris à l'instant où la comparaison est faite, et des moyens pour fournir une indication de comptage erroné si la séquence S'0, S'1, S'2, S'3 n'est pas égale à S0, S1, S2, S3 ou Sx, S0, S1, S2, ou S1, S2, S3, Sy, dans lesquels Sx représente  
15 un état antérieur de la première paire et Sy est un état possible de la première paire tel que l'incrément de passage de S3 à Sy ne soit pas supérieur à 1 en valeur absolue.

2. Codeur angulaire selon la revendication 1, caractérisé en ce  
20 que les moyens pour comparer comportent des moyens pour vérifier si la séquence prise par la deuxième paire de cellules est égale à Sx, S0, S1, S2, dans laquelle Sx est l'état de la première cellule immédiatement antérieur à S0, et ces moyens comportent à cet effet des moyens pour mémoriser une séquence d'états de la première paire de cellules comportant les cinq états  
25 antérieurs au moment auquel la comparaison est faite.

3. Codeur angulaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens pour comparer comportent des moyens pour vérifier si la séquence prise par la deuxième paire de cellules est égale à Sx, S0, S1, S2,  
30 où Sx est un état quelconque qui diffère de l'état S0 d'au plus une unité.

4. Procédé pour sécuriser le fonctionnement d'un codeur angulaire optique double comportant deux paires de cellules de détection de marques sur un disque, ces paires de cellules fournissant des états logiques

dont la succession détermine des incréments de rotation du codeur, ce procédé étant caractérisé en ce qu'on compare à un instant donné les séquences de quatre états successifs pris par les deux paires de cellules avant cet instant et on valide les indications de transition données par les

5 deux paires si la séquence de quatre états pour une paire est soit identique à la séquence de l'autre paire, soit déphasée d'au plus un état, en avance ou en retard, par rapport à la séquence de l'autre paire.

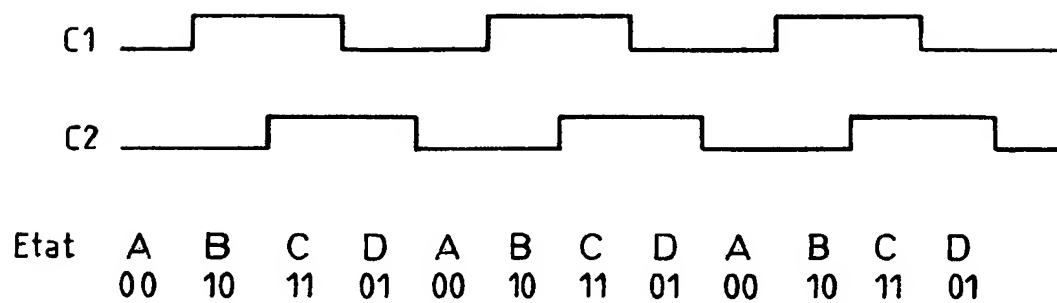
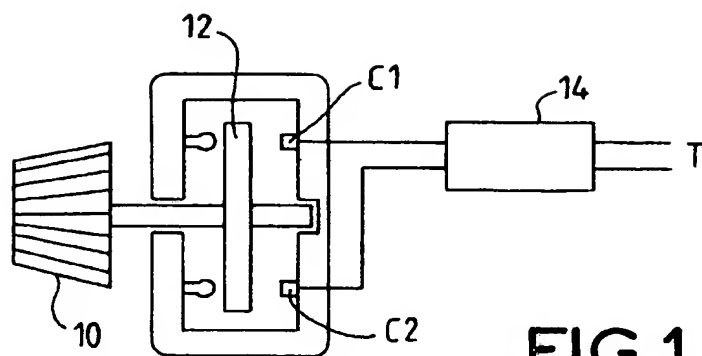


FIG. 2

2/3

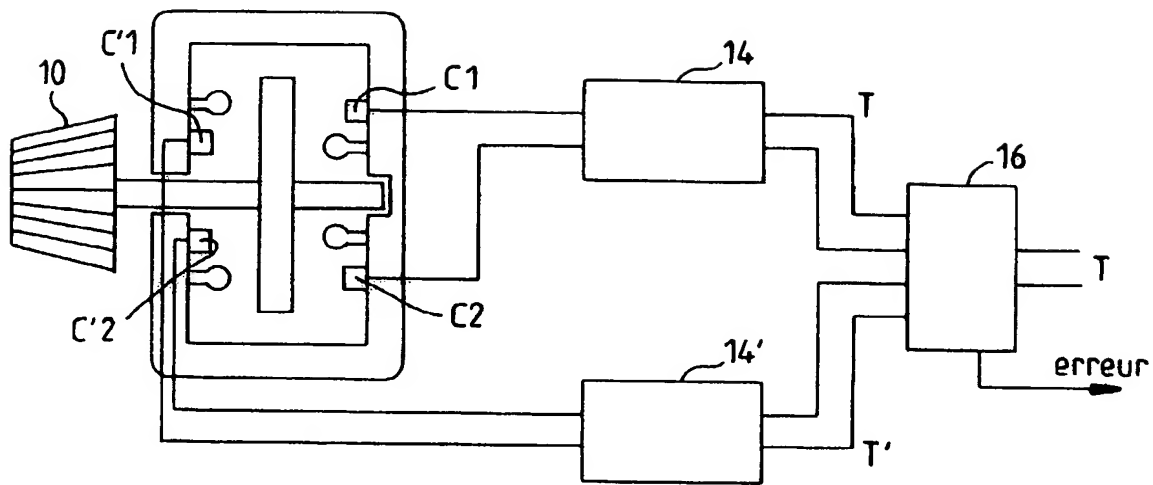


FIG.3

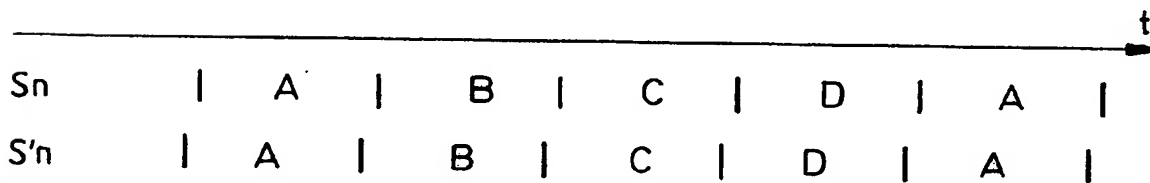


FIG.4

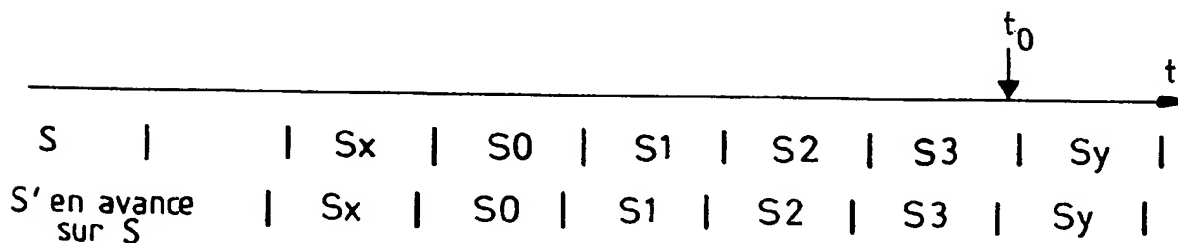


FIG.5

3/3

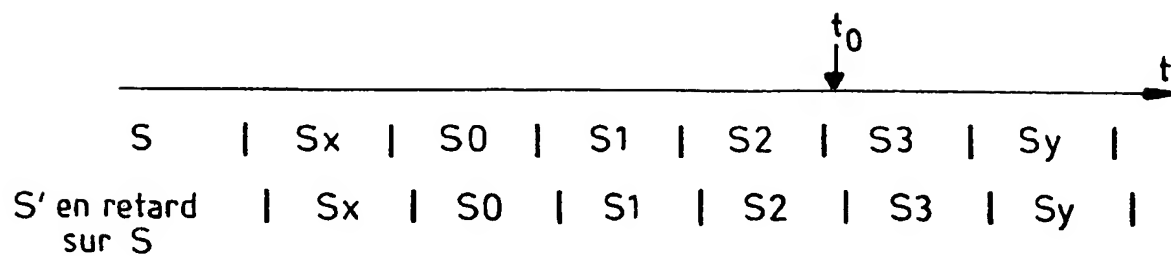


FIG.6

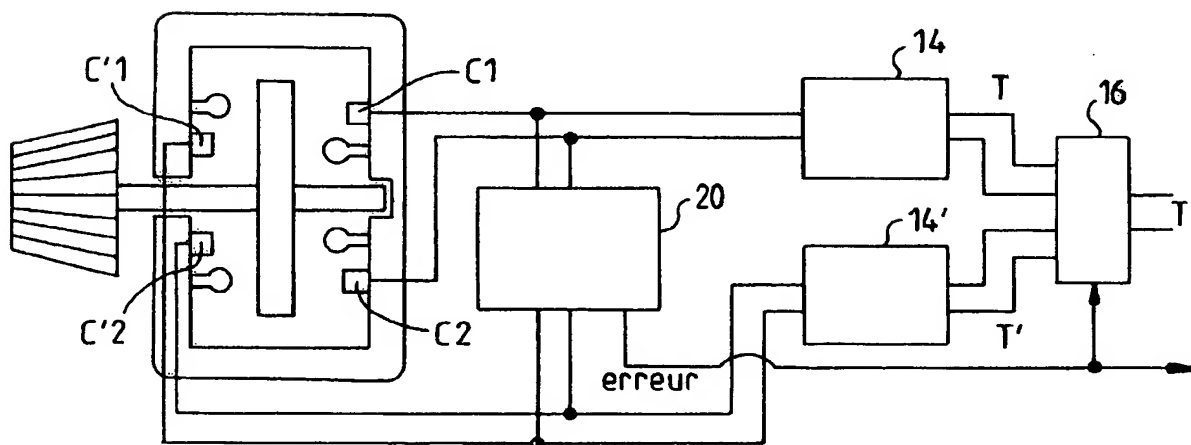


FIG.7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/50741

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H03M11/26 G01D5/347 H03M1/30 G01D5/245 G01D5/244

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 279 248 B1 (WALTERS GARY W) 28 August 2001 (2001-08-28) the whole document	1-4
A	US 5 014 215 A (FUELDNER FRIEDRICH) 7 May 1991 (1991-05-07) the whole document	1-4
A	US 6 097 319 A (LIU SHU-MING) 1 August 2000 (2000-08-01) the whole document	1-4
A	US 5 386 220 A (KUBOTA MAKI) 31 January 1995 (1995-01-31) the whole document	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 March 2004

Date of mailing of the international search report

15/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chapple, I

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Application No

PCT/EP 03/50741

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6279248	B1	28-08-2001	NONE	
US 5014215	A	07-05-1991	DE 3717473 A1 AT 79177 T DE 3873492 D1 WO 8809481 A2 EP 0318541 A1 HK 67696 A JP 1503411 T	01-12-1988 15-08-1992 10-09-1992 01-12-1988 07-06-1989 26-04-1996 16-11-1989
US 6097319	A	01-08-2000	TW 382097 B DE 19913337 A1	11-02-2000 25-11-1999
US 5386220	A	31-01-1995	JP 2500386 B2 JP 5134060 A	29-05-1996 28-05-1993

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. internationale No

PCT/EP 03/50741

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H03M11/26 G01D5/347 H03M1/30 G01D5/245 G01D5/244

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
-------------	--	-------------------------------

A	US 6 279 248 B1 (WALTERS GARY W) 28 août 2001 (2001-08-28) le document en entier -----	1-4
A	US 5 014 215 A (FUELDNER FRIEDRICH) 7 mai 1991 (1991-05-07) le document en entier -----	1-4
A	US 6 097 319 A (LIU SHU-MING) 1 août 2000 (2000-08-01) le document en entier -----	1-4
A	US 5 386 220 A (KUBOTA MAKI) 31 janvier 1995 (1995-01-31) le document en entier -----	1-4

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

\*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

\*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

\*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

\*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

\*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*G\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 mars 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

15/03/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Chapple, I

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux familles de brevets

Demande internationale No

PCT/EP 03/50741

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6279248	B1	28-08-2001	AUCUN	
US 5014215	A	07-05-1991	DE 3717473 A1 AT 79177 T DE 3873492 D1 WO 8809481 A2 EP 0318541 A1 HK 67696 A JP 1503411 T	01-12-1988 15-08-1992 10-09-1992 01-12-1988 07-06-1989 26-04-1996 16-11-1989
US 6097319	A	01-08-2000	TW 382097 B DE 19913337 A1	11-02-2000 25-11-1999
US 5386220	A	31-01-1995	JP 2500386 B2 JP 5134060 A	29-05-1996 28-05-1993